

I-157 単弦ローゼ橋の 3次元固有振動特性について

北海道大学工学部 正員 林川 俊郎
 北海道開発局 正員 中野 修
 NKK 正員 松山 英治

1. まえがき

単弦ローゼ橋は補剛桁を中央分離帯上に配置された1本のアーチ弦で補剛した橋梁形式である。この形式は2主構のアーチ橋に比べて構造が単純化できることにより鋼重が軽減でき、利用者からの展望に優れている。さらに、曲率および斜角を有する橋梁、道路の拡幅等、道路線形に対応することが可能な構造形式であり、この点応用範囲の広い橋梁形式であると言える。この形式は Wanne Eickel で歩道橋(1952年, ドイツ)として架設されたものが最初で、本格的な道路橋としては Salzach川を渡る橋梁(1969年, オーストリア)がある。我が国では、泉大津大橋(1976年, 大阪)に初めてこの形式が採用された。そこで、本研究では単弦ローゼ橋の耐震性に対する振動解析上のモデル化の妥当性を検討するために、3次元モデルについて固有振動解析を行い、その固有振動特性について報告するものである。

2. 固有振動解析

本研究の固有振動解析は、図-1に示す3次元骨組部材の離散座標系による解法を用い、固有値問題の解析は Householder 法(北海道大学大型計算機センターの数値計算副プログラム・ライブラリMSL)を用いた。数値計算には、図-2に示すような3主桁の鋼床版単弦ローゼ橋(北旭川大橋)の断面諸元を用いる。鋼床版は床版のせん断変形量を考慮して、トラス部材にモデル化する。

3. 数値計算結果

3-1. 解析例

図-2に示す骨組モデルで解析し、計算された固有周期および有効質量を表-1に示す。また、各振動モードの低次の固有振動モードを図-3に示す。

3-2. 集中質量法と整合質量法の比較

質量系モデルの違いによる固有値の精度の検討を行うために、集中質量法(L.M.M.)によって計算し固有周期の比を表-2に示す。

3-3. 床版モデルの影響

床版モデルが固有値に与える影響を比較するため3タイプの床版モデルについての計算を行い、あわせて斜角についての計算も行った。

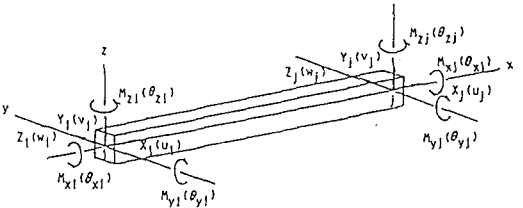


図-1 部材座標系, 節点変位, 節点力

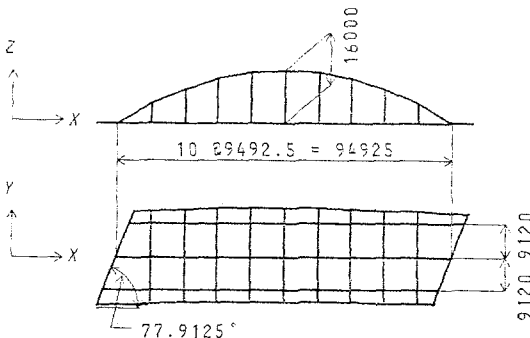


図-2 北旭川大橋骨組モデル

表-1 固有周期と有効質量率

MODE	固有周期 (SEC)	有効質量率 (%)
1	1.0288	0.344
2	0.7828	3.719
3	0.5392	0.066
4	0.5007	21.094
5	0.3857	0.001
6	0.3229	2.647
7	0.3180	22.865
8	0.2494	2.684
9	0.1994	0.002
10	0.1655	0.128
11	0.1508	27.518
12	0.1453	3.720

3-4. 両弦ローゼ橋との比較

アーチ部分(上弦材)を両側主桁上に配置し両弦ローゼ橋とした場合(斜角=0°)の固有振動モードで有効質量の卓越する3モードを図-4に示す。両弦ローゼ橋のアーチの振動モードは図-5に示すような固有周期の近い逆位相の1対の形で現れ、アーチ部分が独立した形で振動する。

3-5. 斜角の影響

単弦ローゼ橋と両弦ローゼ橋の固有周期に与える斜角の影響は、鉛直曲げ振動とねじり振動の固有周期にやや現れるが、その他の振動モードにはほとんど現れないことがわかった。また、有効質量率は、単弦、両弦ともに橋軸方向モード、鉛直対称1次モード、橋軸直角1次モードで卓越している。

表-2 質量モデルによる固有周期の比較

SKEW ANGLE		0°		
MODE SHAPE		L.M.M.	C.M.M.	L/C
橋軸方向		0.150	0.151	0.99
橋軸直角方向		0.323	0.320	1.01
鉛直対称	1次	0.134	0.131	1.02
	2次	0.261	0.251	1.04
	3次	0.107	0.097	1.10
鉛直逆対称	1次	0.551	0.543	1.01
	2次	0.158	0.146	1.08
	3次	0.393	0.386	1.02
	4次	0.206	0.199	1.04
ねじれ	1次	1.028	1.006	1.02
	2次	0.393	0.386	1.02
	3次	0.206	0.199	1.04
	4次	0.128	0.120	1.07
アーチ	1次	0.818	0.793	1.03
	2次	0.337	0.323	1.04
	3次	0.176	0.165	1.07
	4次	0.108	0.099	1.09

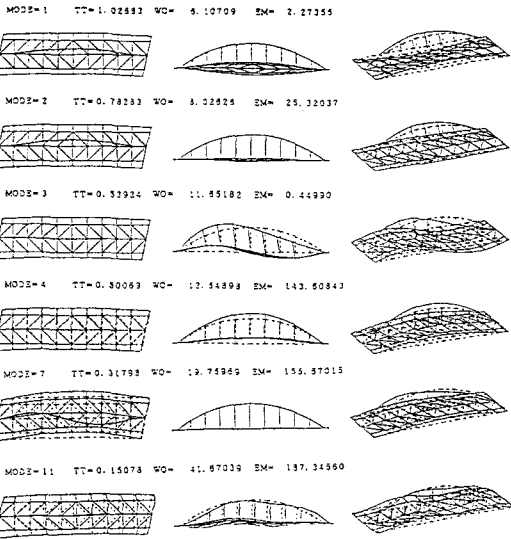


図-3 単弦ローゼ橋の固有振動モード

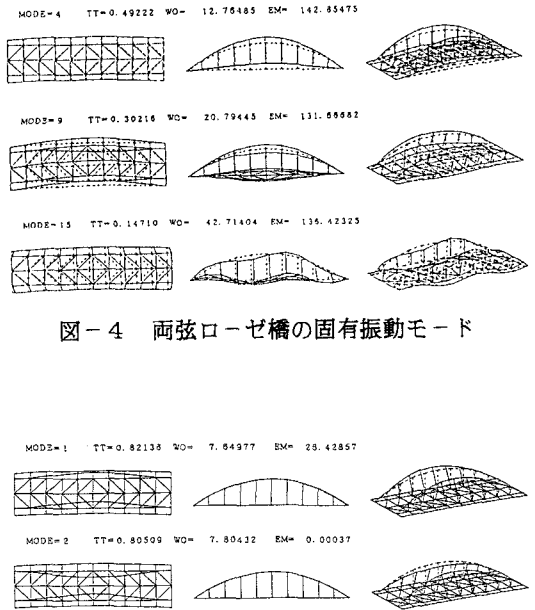


図-4 両弦ローゼ橋の固有振動モード

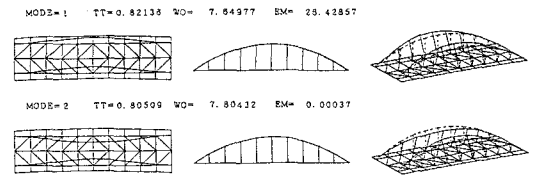


図-5 両弦ローゼ橋のアーチ振動モード

4. あとがき

- 1)質量系のモデルの違いによる固有値の差は小さくなっている。また、床版モデルは橋軸直角方向の固有値に影響を与えるが大きな差はみられない。
- 2)斜角が有効質量率に与える影響は、単弦ローゼ橋の場合は橋軸直角方向の振動モードに、両弦ローゼ橋の場合は橋軸方向の振動モードに現れる。

参考文献

- 1)土木学会編：動的解析と耐震設計第2巻，動的解析の方法，技報堂。
- 2)戸川隼人：有限要素法による振動解析，サイエンス社。
- 3)林川俊郎・佐藤康治・角田典史雄：平面骨組構造物の固有振動解析と固有値の精度，北海道大学工学部研究報告，第148号，1989年10月。